



5

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Mamoru NAKASUJI, et al.

ATTN: Box Missing Parts

Serial No.: **09/891,611**

Group Art Unit: **Unknown**

Filed: **June 27, 2001**

Examiner: **Unknown**

For: **INSPECTION SYSTEM BY CHARGED PARTICLE BEAM AND METHOD OF MANUFACTURING DEVICES USING THE SYSTEM**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

October 22, 2001

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

- (a) **Japanese Application No. 2000-192918, filed June 27, 2000;**
- (b) **Japanese Application No. 2000-335751, filed November 2, 2000;**
- (c) **Japanese Application No. 2000-335752, filed November 2, 2000;**
- (d) **Japanese Application No. 2000-336091, filed November 2, 2000;**
- (e) **Japanese Application No. 2000-336156, filed November 2, 2000;**
- (f) **Japanese Application No. 2000-337058, filed November 6, 2000;**
- (g) **Japanese Application No. 2000-377285, filed December 12, 2000;**
- (h) **Japanese Application No. 2001-031901, filed February 8, 2001;**
- (i) **Japanese Application No. 2001-031906, filed February 8, 2001;**
- (j) **Japanese Application No. 2001-033599, filed February 9, 2001;**
- (k) **Japanese Application No. 2001-112745, filed April 11, 2001;**
- (l) **Japanese Application No. 2001-115060, filed April 13, 2001;**
- (m) **Japanese Application No. 2001-143084, filed May 14, 2001; and**
- (n) **Japanese Application No. 2001-158571, filed May 28, 2001.**

Applicants: **Mamoru NAKASUJI, et al.**
Serial No.: **09/891,611**

Docket No.: **010817**
Page 2

In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI
McLELAND & NAUGHTON, LLP



William G. Kratz, Jr.
Attorney for Applicants
Reg. No. 22,631

Attorney Docket No.: **010817**
1725 K Street, N.W.
Suite 1000
Washington, D.C. 20006
Tel: (202) 659-2930
Fax: (202) 887-0357
WGK/sdj

Q:\FLOATERS\WGK\010817 Claim for Priority



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application: 2000年 6月27日

出願番号
Application Number: 特願2000-192918

出願人
Applicant(s): 株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3070613

【書類名】 特許願
【整理番号】 P-34940
【提出日】 平成12年 6月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01J 37/28
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 菅原マイスター株式
会社内
【氏名】 中筋 譲
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社菅原製作所
内
【氏名】 野路 伸治
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社菅原製作所
内
【氏名】 佐竹 徹
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社菅原製作所
内
【氏名】 曾布川 拓司
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社菅原製作所
内
【氏名】 吉川 省二
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社菅原製作所
内
【氏名】 金馬 利文

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 渡辺 賢治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 狩俣 努

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 大和田 伸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 村上 武司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 岛山 雅規

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

【識別番号】 100105647

【弁理士】

【氏名又は名称】 小栗 昌平

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100093573

【弁理士】

【氏名又は名称】 添田 全一

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0002923
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 荷電粒子線装置及びそれを用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 1次荷電粒子線を試料に照射し、試料から放出される2次荷電粒子を検出する荷電粒子線装置であって、

複数の1次荷電粒子線を試料に照射する少なくとも1以上の1次光学系と、
前記2次荷電粒子を少なくとも1以上の検出器に導く少なくとも1以上の2次光学系とを有し、

前記複数の1次荷電粒子線は、互いに前記2次光学系の距離分解能より離れた位置に照射されるものである荷電粒子線装置。

【請求項2】 請求項1記載の荷電粒子線装置であって、

前記1次光学系は、前記1次荷電粒子線の照射間隔より広い間隔で、前記1次粒子線を走査する機能を有する荷電粒子線装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の荷電粒子線装置であって、

前記2次光学系の初段レンズと試料面との間には、前記2次荷電粒子線を加速する電界が印加され、試料面から少なくとも45度より小さい角度で放出された2次荷電粒子が前記2次光学系を通過するようにされている荷電粒子線装置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか1項記載の荷電粒子線装置であって

前記複数の1次荷電粒子線は、試料面に略垂直入射され、

前記2次荷電粒子は、E×B分離器によって偏向され、前記1次光学系から分離される荷電粒子線装置。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれか1項記載の荷電粒子線装置を用いて、デバイスの欠陥検査を行うデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、荷電粒子線を試料に照射し、試料の照射点から発生する2次荷電粒子を検出する荷電粒子線装置及びそれを用いてデバイスの欠陥検査を行うデバイ

ス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイス製造用のマスクパターン、あるいは半導体ウエハに形成されたパターンの欠陥検出には、走査型電子顕微鏡が使用されている。走査型電子顕微鏡は、細く絞った1本の電子線で試料表面を走査し、その試料から放出する2次電子を検出するため、試料全体の検査には長い時間を必要とした。このような問題点を解決するため、複数の電子源からの電子を減速電界レンズを通して試料面上に結像させ、かつ走査し、試料面から放出される2次電子をウェーンフィルタで偏向させ、複数の検出器に導くようにしたアイディアが提案されている (Japanese Journal of Applied Physics, Vol.28, No.10, October, 1989, pp.2058-2064 参照)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記文献に記載されたものは、複数の電子線間のクロストークを防止できず、試料面からの2次電子を効率良く検出することができなかった。本発明は、クロストークを防止し、放出される2次電子を効率よく検出器に導くことができる荷電粒子線装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明の荷電粒子線装置は、複数の1次荷電粒子線を試料に照射する少なくとも1以上の1次光学系と、2次荷電粒子を少なくとも1以上の検出器に導く少なくとも1以上の2次光学系とを有し、前記複数の1次荷電粒子線は、互いに前記2次光学系の距離分解能より離れた位置に照射されたようにしたるものである。

【0005】

また、前記1次光学系に、前記1次荷電粒子線の照射間隔より広い間隔で、前記1次粒子線を走査する機能を設けたものである。

【0006】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施の形態の電子線装置の光学系の概略を示す図である。マルチエミッタ1、2、3から放出された1次電子線は、コンデンサレンズ4で像面5に縮小投影され、さらにレンズ6、対物レンズ8で縮小され、試料面10に縮小投影される。図1では、マルチエミッタを1列のみ示したが、図5に示すように複数列設けられる。図5は、3×3のエミッタであり、21はSi基板、22はMoエミッタ、23はAu引出し電極、24はSi₃N₄絶縁膜である。エミッタの数は適宜選択できる。レンズは、2~10mm直径の開口を持つ2枚~3枚の平面電極を光軸方向に2~10mm間隔で配置し、各電極に異なる電圧を与えたもので、凸レンズ作用を示す。

【0007】

マルチエミッタ1、2、3から放出された1次電子線によって照射された試料面10から放出された2次電子は、試料面10と対物レンズ8間に印加された加速電界によって加速され、大きい放出角で放出された2次電子も対物レンズ8に入射するまでに細く絞られ、さらに開口絞り7を通過し、レンズ6で1次ビームと同じ像面5に結像する。

【0008】

像面5位置には、E×B分離器9が設けられ、レンズ6を通過した2次電子は、1次光学系から分離される。E×B分離器9は、試料面10の法線（紙面の上方向）に垂直な平面内において、電界と磁界とを直行させた構造となっており、電界、磁界、1次電子エネルギーの関係が、1次電子が直進するように設定されている。

【0009】

分離された2次電子は、レンズ11、12で光学的に拡大され、検出面13に複数の像を形成する。検出面13には、マルチエミッタ1、2、3からの1次電子線に対応する検出器14、15、16が設けられ、それぞれの電子線によって照射された試料面から放出された2次電子を検出する。なお、マルチエミッタ1、2、3は、1次光学系の像面湾曲を補正するため、Z軸方向に少しづつ位置をずらして配置される。すなわち、光軸上のエミッタ1は、最も試料から遠い位置に設けられ、光軸から離れたエミッタ2は、像面湾曲の値だけエミッタ1の位置

より試料側に、さらに光軸から離れたエミッタ3は、さらに試料に近い位置にずらされる。

【0010】

試料の全面を照射するため、マルチエミッタ1、2、3からの1次電子線は、静電偏向器17によって走査される。また、1次電子線の走査に連動して、2次光学系に設けた静電偏向器18も走査され、2次電子が走査位置によらず常に所定の検出器14、15、16に入射するように制御される。すなわち、エミッタ1、2、3からの1次電子線による2次電子は、それぞれ検出器14、15、16に入射するように制御される。検出器14、15、16等は、20kV程度の電圧が印加されたPINダイオードの前面に検出器の数の孔が設けられた曲面上の電極であり、この電極には1kV程度の電圧が印加される。孔から漏れる20kVの電圧による電界の凸レンズ作用によって、孔の近傍に来た2次電子はすべて孔を通り、検出器に入る。曲面の形状は、2次光学系の像面湾曲を補正する形状としている。

【0011】

次に、複数の1次電子線の照射位置間隔と、2次光学系との関係について、説明する。図2は、2次光学系と開口角を示した図である。図2に示すように、受け入れ角度 α_1 内の2次電子が、対物レンズ8、絞り7、レンズ6を経て、像面5に結像されるものとする。このとき、像面5での開口半角は、 α_i であり、対物レンズ8から見た見掛けの角度 α_0 と α_i は、2次光学系の拡大倍率をMとするとき、 $\alpha_i/\alpha_0 = 1/M$ となる。また、角度 α_0 と α_1 は、対物レンズ8でのビームポテンシャルを V_8 、2次電子の初期エネルギーを V_{ini} とすると、

$$(\alpha_1/\alpha_0)^2 = V_8/V_{ini}$$

$$(\alpha_1/\alpha_0)^2 = V_8/V_{ini}$$

【0012】

試料面10での収差と開口半角 α_i との関係を図3に示す。図3において、 δS は、球面収差、 $\delta coma$ は、コマ収差、 δC は、色収差であり、 $\delta total$ は、それらの合計である。

【0013】

今、20μmの収差を許容すると、開口半角 α_i は、5.3mrad以下にする必要

がある。また、検出すべき2次電子の初期エネルギー V_{ini} は、0.1 eV~10 eVを考えれば十分であり、拡大倍率Mを5、対物レンズ8でのビームポテンシャル V_8 を20 kVとすると、 $\alpha_1 = 1185 \text{ mrad} = 67.9^\circ$ となる。

【0014】

受け入れ角度0°から60°まで90%以上の2次電子を取り込める（例えば、米国特許第5,412,210号明細書Fig. 6参照）ので、2次光学系の開口半角 α_i すなわち分解能を5.3 mrad程度とし、検出器の寸法を試料面換算で20 μmの4倍程度とすれば、90%以上の2次電子をクロストークなしに集めることができる。また、マルチエミッタの間隔も100 μm程度とすれば、エミッタ間のクロストークも問題とならない。2次電子を90%以上集める必要がなく、50%以上集めればS/N比を十分取れる場合は、45°より小さい角度で放出された2次電子を検出器に集めるようにすればよい。何故なら、2次電子の収率 η は、【数1】のように表されるからである。

【0015】

【数1】

$$\eta = \int_0^{45^\circ} \sin \theta \cos \theta d\theta / \int_0^{90^\circ} \sin \theta \cos \theta d\theta = 0.5$$

【0016】

このように構成した電子線装置は、半導体デバイスの欠陥検査や微小距離の測定に利用することができる。

【0017】

図4は、半導体デバイスの製造方法の一例を示すフローチャートである。この例におけるチップ検査工程において、本発明の電子線装置を利用すると、スループットよく検査ができ、全数検査も可能となり、製品の歩留向上、欠陥製品の出荷防止が可能となる。

【0018】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、試料から放出される2次荷電粒子の大部分をクロストークを生じることなく検出できるので、S/N比の高い欠陥検査あるいはパターン線幅測定ができる。

【0019】

また、2次光学系の収差を試料面で $20\text{ }\mu\text{m}$ 程度としても、十分な検出結果が得られるので、2次光学系を高精度のものとする必要がないとともに、1次光学系を試料に対して垂直なものとしたので、複数の荷電粒子線の形成が簡単になる。

【0020】

さらに、試料面と2次光学系の初段レンズ間には、1次光学系に対して減速電界が、2次光学系に対しては加速電界がかかっているため、1次荷電粒子線を絞りやすく、かつ広い角度範囲に放出された2次荷電粒子を初段レンズ位置で細い粒子束にでき、効率良く2次荷電粒子を検出できるのでS/N比の良い信号が得られ測定精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の電子線装置の光学系の概略を示す図

【図2】

2次光学系と開口角を示した図

【図3】

試料面 10 での収差と開口半角 α_i との関係を示す図

【図4】

半導体デバイスの製造方法の一例を示すフローチャート

【図5】

マルチエミッタの構成例

【符号の説明】

1、2、3・・・マルチエミッタ

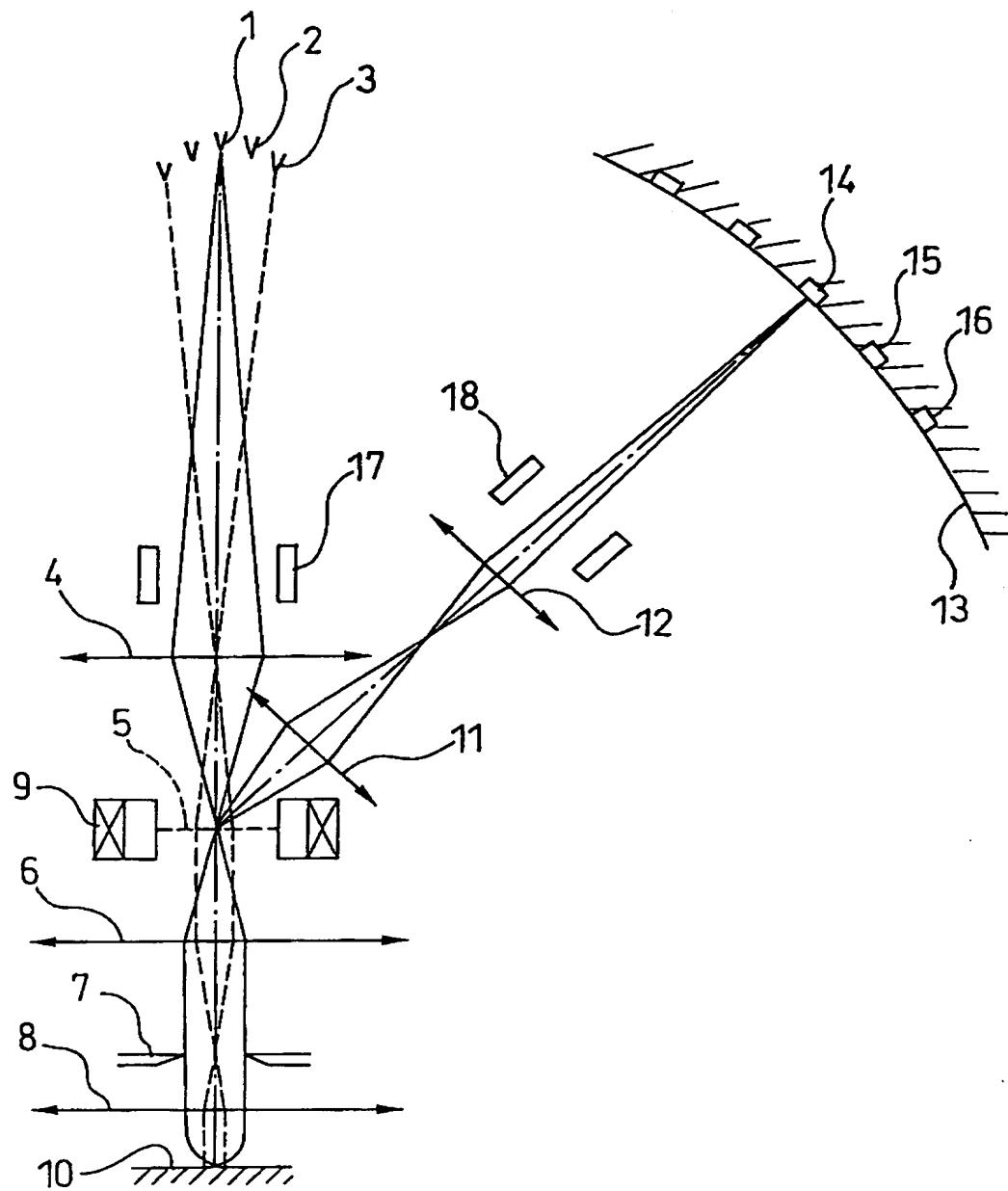
4・・・コンデンサレンズ

5・・・像面

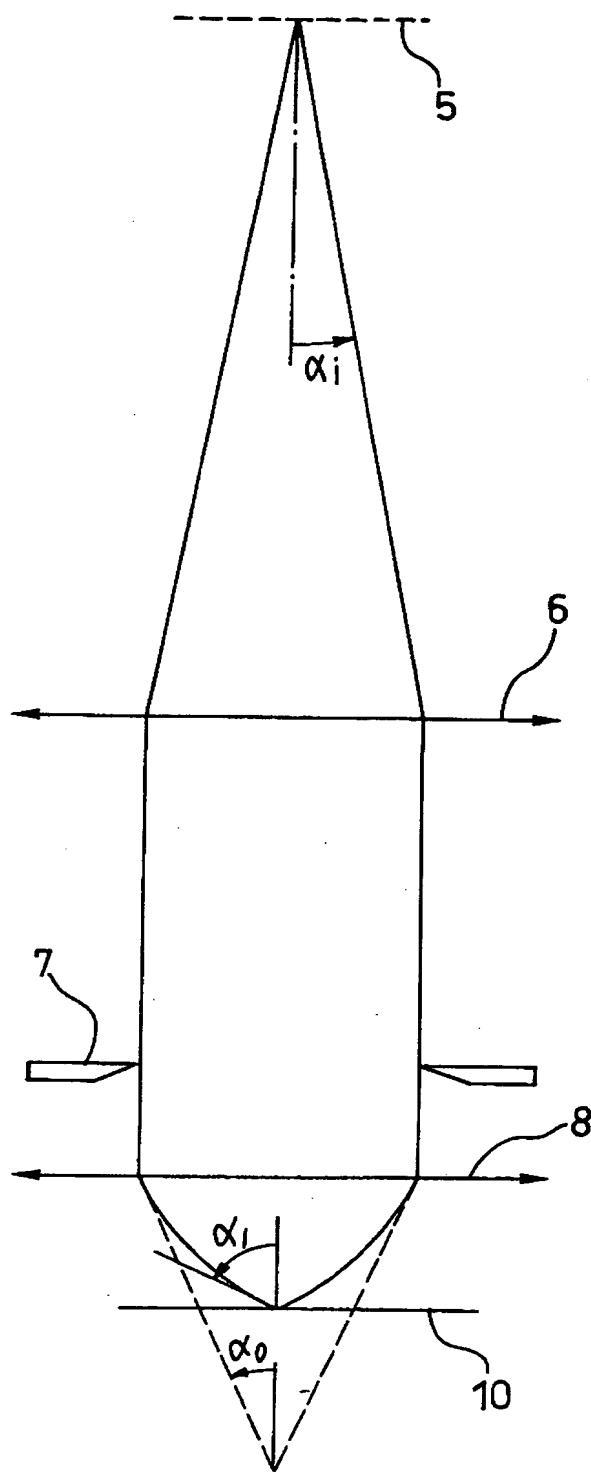
- 6 . . . レンズ
- 7 . . . 開口絞り
- 8 . . . 対物レンズ
- 9 . . . E × B 分離器
- 10 . . . 試料面
- 11、12 . . . レンズ
- 13 . . . 検出面
- 14、15、16 . . . 検出器
- 17、18 . . . 静電偏向器
- 21 . . . Si 基板
- 22 . . . Mo エミッタ
- 23 . . . Au 引出し電極
- 24 . . . Si₃N₄ 絶縁膜

【書類名】 図面

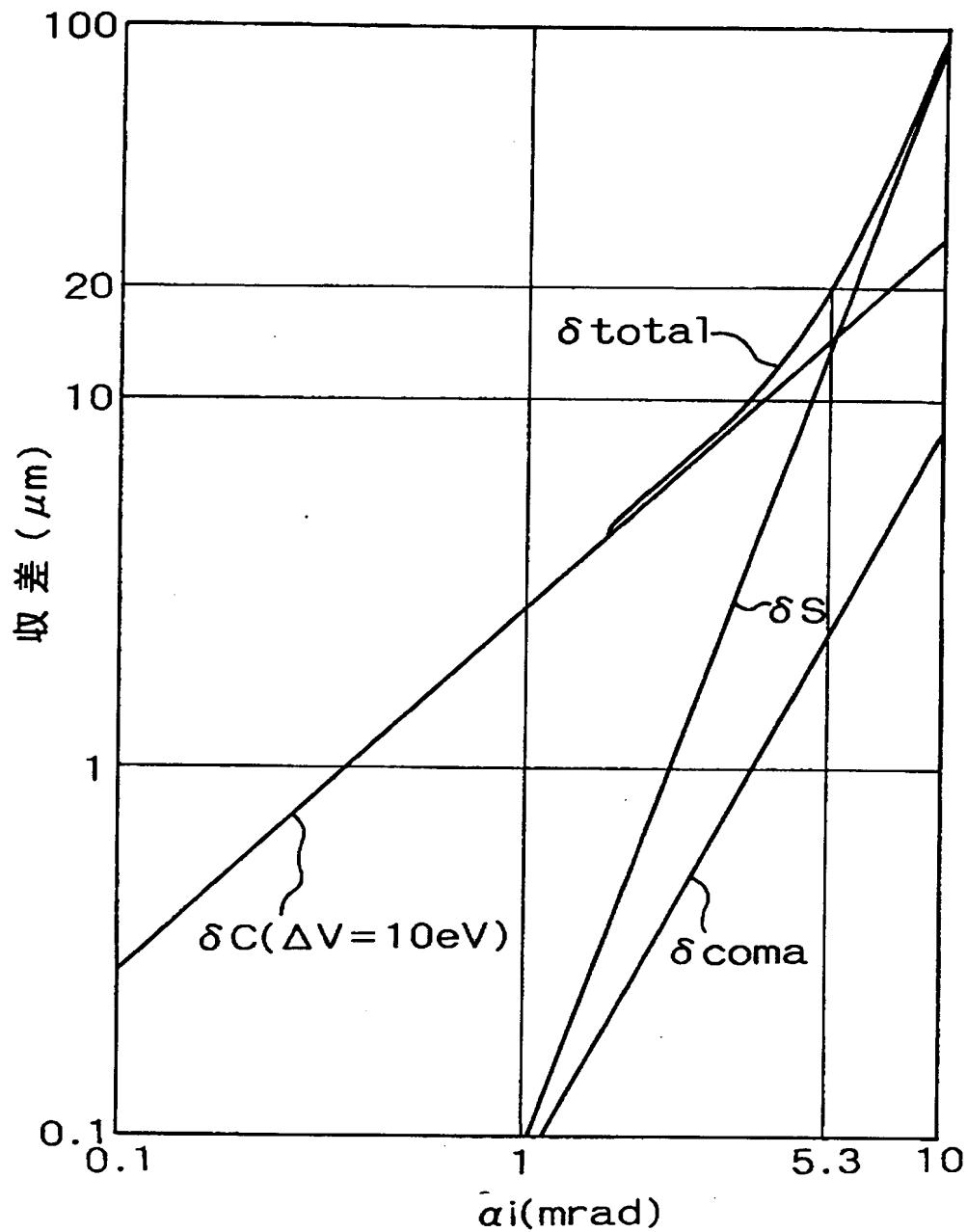
【図1】



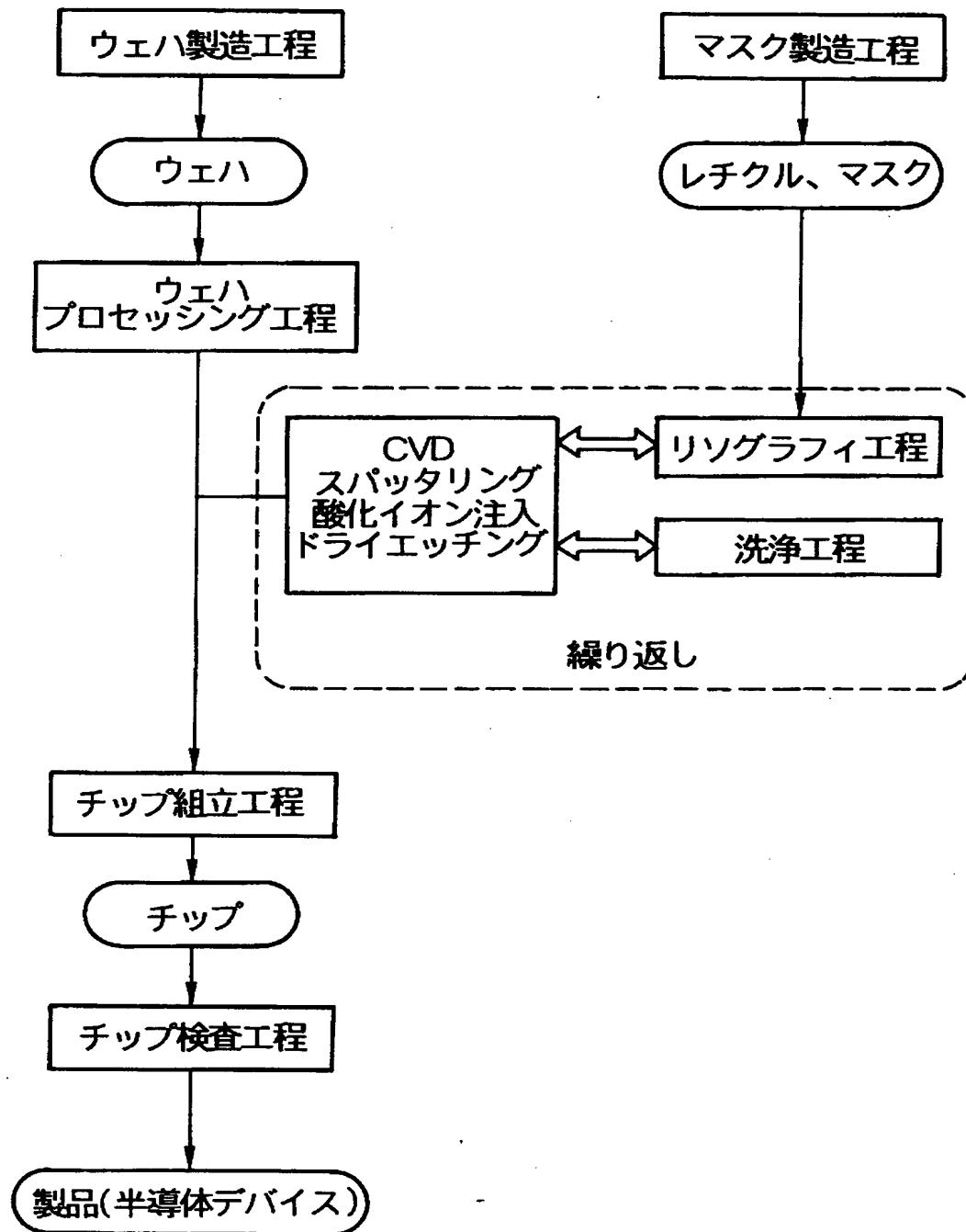
【図2】



【図3】

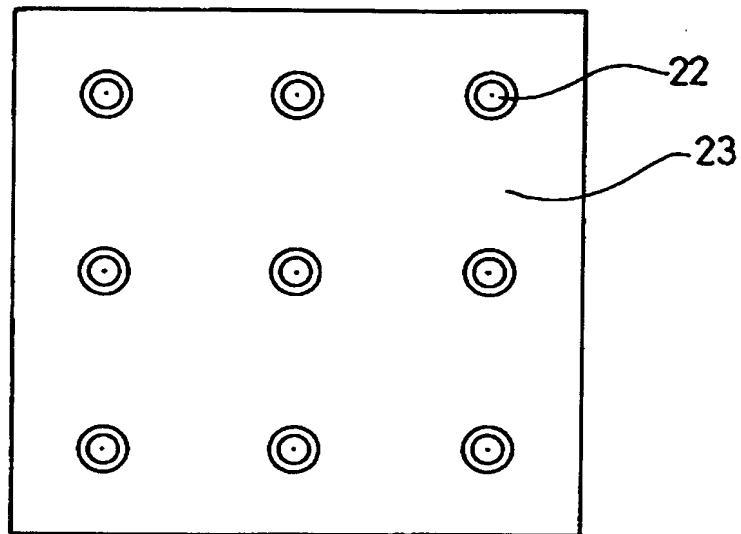


【図4】

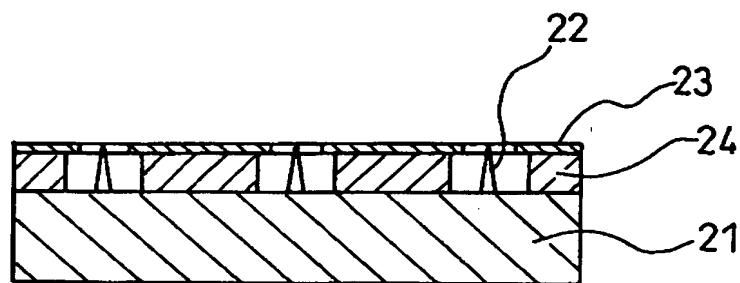


【図5】

(A)



(B)



【書類名】要約書

【要約】

【課題】複数荷電粒子線のクロストークを防止し、放出される2次電子を効率よく検出器に導くことができる電子線装置を提供する。

【解決手段】マルチエミッタ1、2、3から放出された1次電子線によって照射された試料面10から放出された2次電子は、試料面10と対物レンズ8間に印加された加速電界によって加速され、さらに開口絞り7を通過し、レンズ6で1次ビームと同じ像面5に結像する。そして、E×B分離器9によって1次光学系から分離され、検出器14、15、16によって検出される。なお、複数の1次荷電粒子線は、互いに前記2次光学系の分解能より十分離れた位置に照射される

【選択図】図1

出願人履歴情報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所